TOPAIR

LINHA AR COMPRIMIDO

TOPFUSIÓN
TUBOS E CONEXÕES
Topfusión, uma conexão forte com você.

* Direitos autorais reservados à TF sob o N° 515.497 - TOPFUSIÓN INDÚSTRIA DE TUBOS E CONEXÕES LTDA.

ÍNDICE

TOPAIR **LINHA AR COMPRIMIDO**

Introdução	01
Histórico do ar	02
Redes de distribuição de ar comprimido	15
Teste de prova de ductibilidade	19
Instalação de rede	20
Como fazer uma termofusão	21
Como instalar uma derivação	23
Proteção contra radição solar	24
Como realizar uma aplicação de suporte e presilha	25
Instalações aéreas	26
Linha de produtos TOPAIR	30

TOPFUSIÓN
TUBOS E CONEXÕES
Topfusión, uma conexão forte com você.

Linha TOPAIR exclusiva para redes de ar comprimido, uma solução limpa para uma energia limpa.

Os tubos e conexões em PPR (polipropileno copolímero random) são usados e recomendados universalmente para a instalação de redes de ar comprimido.

A partir desta realidade, a TOPFUSIÓN iniciou intensas pesquisas, confirmando as vantagens da utilização deste plástico de engenharia, para tal finalidade.

A eliminação de vazamentos e de corrosão (ferrugem), entre outras vantagens, faz com que as redes de ar comprimido, sejam cada vez mais realizadas com estes materiais.

Não tendo dúvidas do futuro destas tubulações, a TOPFUSIÓN começou a fabricar os tubos e conexões na cor exigida pela Norma ABNT 6493: azul 2.5 PB 4/10 do sistema Munsell e a desenvolver conexões específicas para este sistema.

Certificada pela Norma ISO 9001:2008, a TOPFUSIÓN, pioneira na fabricação e comercialização do sistema para o segmento no Brasil, continua com aperfeiçoamento constante e novos desenvolvimentos.

Atualmente, dispõe de tubulações e respectivas conexões em diâmetros de 20 a 110 mm, com fabricação 100% nacional.

O ar que nos rodeia, que respiramos e que vai ser comprimido para transformar-se em energia limpa, é um gás, e como tal está sujeito aos princípios da física que o estuda.
Grandes cientistas como Boyle, Mariotte, Pascal, Gay Lussac entre outros deram uma grande contribuição nesta área da ciência.

Robert Boyle

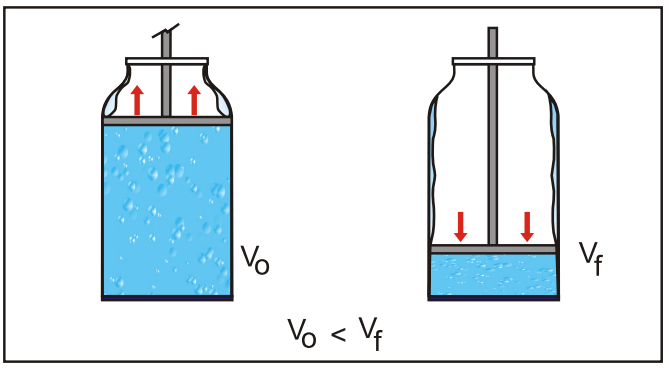
Blaise Pascal

Louis Joseph Gay-Lussac

Edme Mariotte

Os gases podem ser comprimidos, ou seja, podemos diminuir o seu volume, aplicando sobre eles uma pressão. Esta diminuição de volume produz aumento da sua pressão, além da sua temperatura.

COMPRESSIBILIDADE DO AR



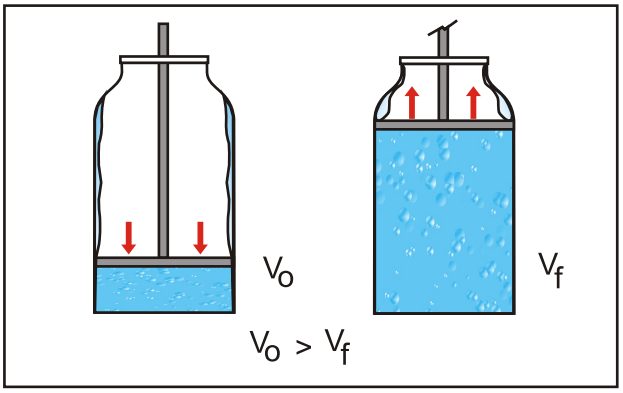
As três variáveis físicas: volume, temperatura e pressão, estão intimamente ligadas e podem ser expressas na seguinte fórmula:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

Boyle e Mariotte descobriram independentemente a lei que rege as variações isotérmicas do volume de uma massa de gás.
A temperatura constante e os volumes de uma massa gasosa são inversamente proporcionais às pressões que suporta.
Assim, se diminuirmos o volume com o aumento da pressão, a temperatura aumenta.
Esses fenômenos podem ser comprovados facilmente, utilizando uma bomba de encher pneus. Quando acionamos a mesma, comprimindo o ar, aquecendo-a.

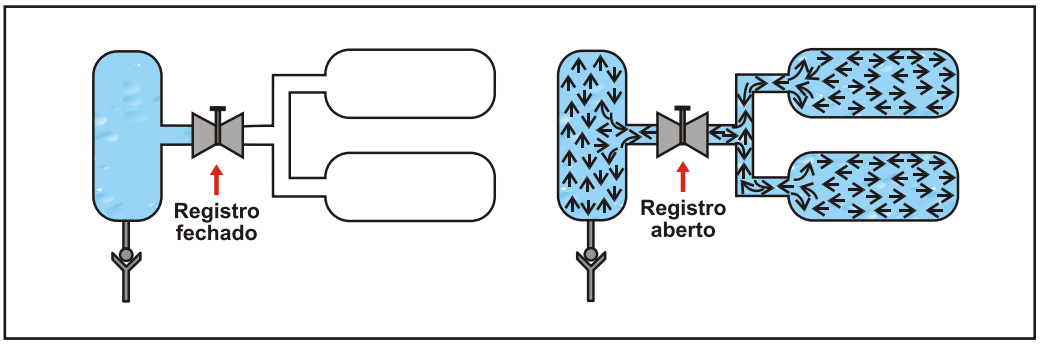
Este princípio nos explica porque, ao comprimir o ar utilizando um compressor, há um aumento considerável na sua temperatura.
Quando a temperatura diminui, o vapor de água presente no ar atmosférico se condensa.
Esta água condensada deverá ser retirada do fluxo de ar.
Como veremos adiante, existem equipamentos específicos para esta operação de retirada da água condensada.
Assim como o ar (os gases) é compressível, também é elástico e expansível.
Isto quer dizer que, se retirarmos a força que o comprimiu, ele voltará ao seu estado inicial, aumentando o seu volume e diminuindo a sua pressão.

ELASTICIDADE DO AR



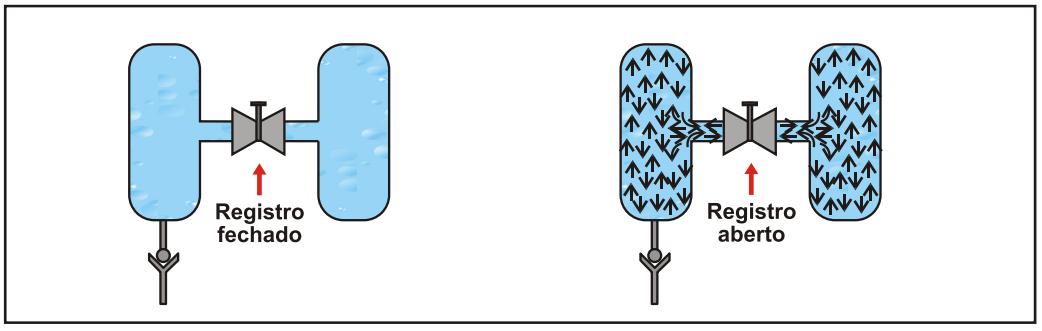
Quando dizemos que ele é expansível, é porque a tendência dele é de ocupar qualquer volume e formato.

EXPANSIBILIDADE DO AR

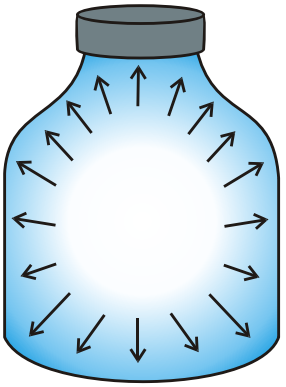


Então, se o ar comprimido sair das tubulações através de vazamentos, este tenderá a ocupar todo o volume do local e só terminará quando as pressões internas das tubulações e do local, tenham se igualado.

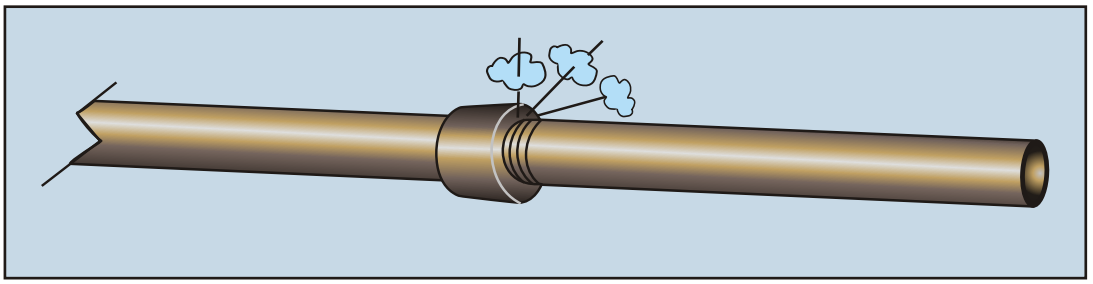
Outra propriedade importante do ar é a difusibilidade que lhe permite misturar-se, de forma homogênea, com qualquer meio gasoso insaturado



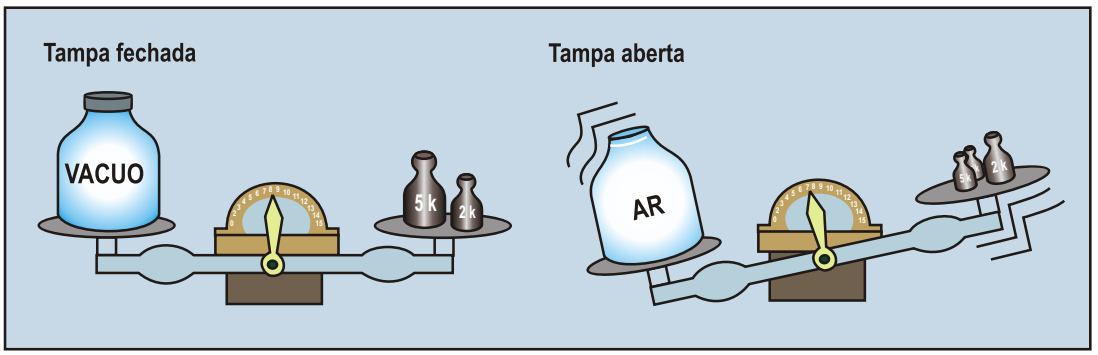
Princípio de Pascal.
Este princípio aplica-se a líquidos e gases.
Quando o ar contido em recipiente fechado sofre uma pressão, esta se exercerá em todos os sentidos e com a mesma intensidade, em todas as paredes do recipiente.



Resultado: o ponto menos resistente de uma tubulação é o mais propenso a permitir vazamentos.



O ar como toda matéria, tem peso, isto é facilmente demonstrável.
Coloca-se numa balança, um recipiente provido de um registro e no qual tenha se feito vácuo, ou seja, tenha sido retirado o ar interno. Verifica-se o peso, abre-se o registro permitindo a entrada de ar no recipiente. Pode-se assim comprovar que o valor do peso aumentou.

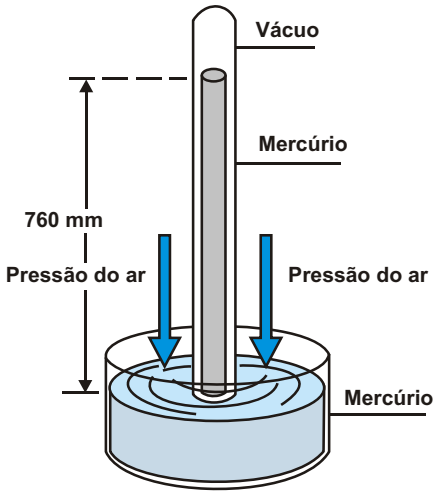


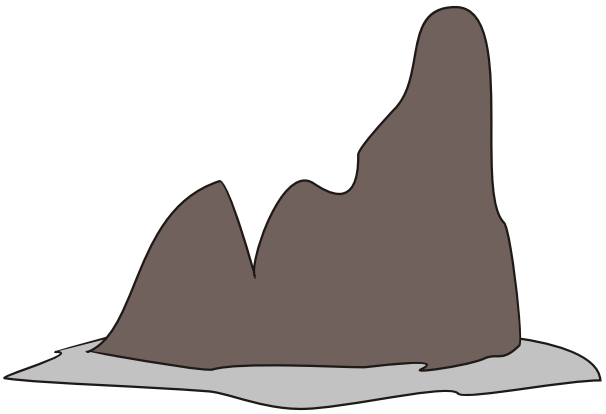
O peso do ar é de: 1,293 x 10^{-3} kgf a 0°C e ao nível do mar.
Por que ao nível do mar? Porque a altitudes maiores, este peso diminui.
A atmosfera exerce sobre nós uma força equivalente ao seu peso.
Pressão é a relação de uma força aplicada sobe uma área.
Pressão atmosférica é a pressão da camada de ar atmosférico.
O valor da pressão atmosférica ao nível do mar, a uma umidade relativa a 36% e 20°C é de 1 atm (1,033 kgf/cm²) ou 760 mm de mercúrio ou 1 bar, que corresponde a 145 lbf/pol².
A pressão atmosférica diminui quando a altura em relação ao nível do mar aumenta.

Variação da pressão atmosférica com relação à altitude

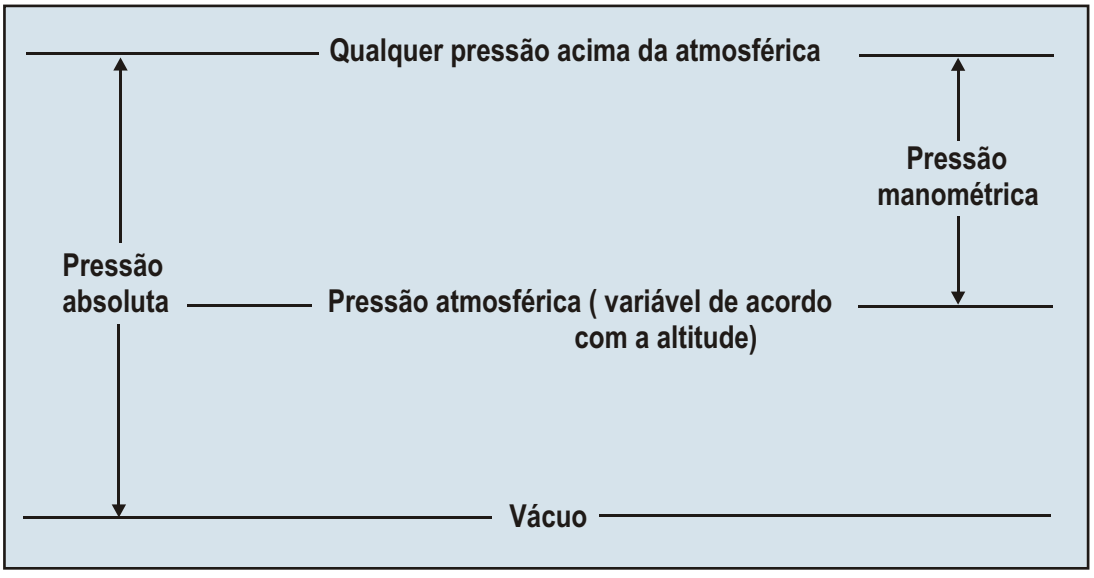
Altitude m	Pressão kgf/cm²	Altitude m	Pressão kgf/cm²
0	1,033	1.000	0,915
100	1,021	2.000	0,810
200	1,008	3,000	0,715
300	0,996	4,000	0,629
400	0,985	5,000	0,552
500	0,973	6,000	0,481
600	0,960	7,000	0,419
700	0,948	8,000	0,363
800	0,936	9,000	0,313
900	0,925	10.000	0,270

1 kgf/cm² = 0,98 bar, ou seja, 1 kgf/cm² = 1 bar





Ar comprimido é aquele que está a uma pressão acima da pressão atmosférica.
Quanto maior a pressão, mais energia é necessária para comprimi-lo.

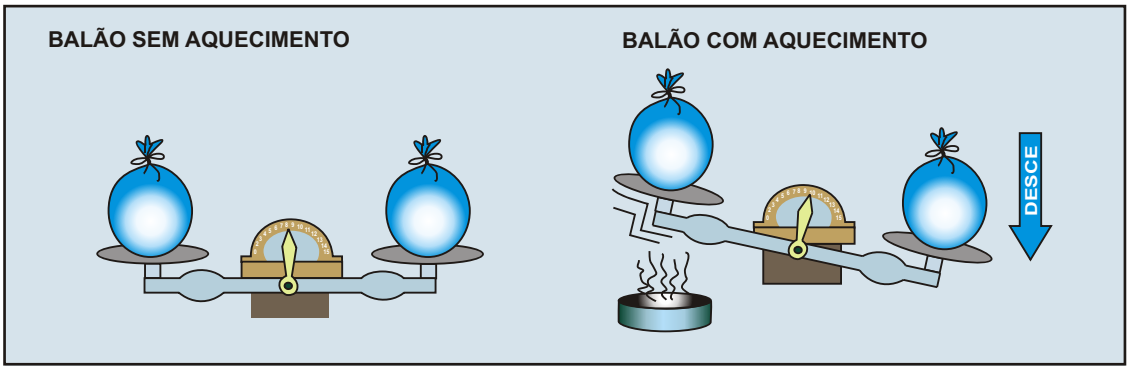


Pressão manométrica é a pressão que efetivamente lemos no manômetro, independente da altitude onde nos encontremos, indicada em kgf/cm² ou em bar.

Pressão absoluta é a soma das pressões manométrica e atmosférica e é indicada em kgf/cm² ou bar.

A relação de compressão é a divisão entre a pressão absoluta e a pressão atmosférica.

A temperatura do ar também é uma variante que influencia o peso do mesmo.
Usando balões com ar, com pesos idênticos, colocados nos braços de uma balança e aquecendo um dos balões; poderemos ver que a balança penderá para o lado do balão mais frio.



Este fato, muitas vezes desconsiderado, é de vital importância na economia de consumo de energia elétrica.

A cada 3°C de diferença na temperatura do ar aspirado há uma variação de 1% de energia elétrica consumida pelo compressor.

Tomado como base o ar a 21°C, temos uma tabela de economia ou incremento de consumo da energia elétrica.

Temperatura do ar aspirado	Porcentual de potência economizada ao incrementada
°C	Temperatura de referência 21 °C
-1,0	7,5 % economizado
4,0	5,7 % economizado
10,0	3,8 economizado
16,0	1,9 % economizado
21,0	0
27,0	1,9 incrementado
32,0	3,8 incrementado
38,0	5,7 incrementado
41,0	7,6 incrementado
49,0	9,5 incrementado

Como descrito, os princípios da física que regem o comportamento dos gases são muito importantes na compreensão dos fundamentos da geração e utilização do ar comprimido.

O sistema de geração e uso desta energia limpa, inicia com uma boa instalação do compressor ou compressores, e com as condições de captação do ar a ser comprimido.

Recomenda-se que o ar seja tomado de uma área externa da sala de compressores e que:

- O diâmetro do duto de sucção seja pelo menos 25% maior que o diâmetro do pistão do compressor;
- Que tenha o menor comprimento e seja o mais reto possível, diminuindo ao máximo mudanças de direção;
- Que tenha uma perda de carga máxima de 0,08 kgf/cm²;
- Velocidade entre 5,0 e 7,0 m/s.
- Que a temperatura de aspiração seja a mínima possível, evitando que a incidência do Sol, interfira na mesma.

É necessário cuidar da limpeza desse ar e, de preferência, utilizar um sistema de filtragem primário para evitar que poeiras entrem no interior dos compressores, diminuindo sua vida útil. Ruas sem calçamento, chaminés, escapes de motores de combustão e caldeiras, por exemplo, são fontes de poluição de grande potencial contaminante.

Deve-se também evitar sua captação nas proximidades das torres de resfriamento, pela umidade das mesmas.
Quanto mais limpo o ar, menor será o custo de tratamento de sua qualidade.

Em geral, o ar comprimido, necessita de um tratamento adequado para evitar que sua má qualidade origine um desgaste prematuro de equipamentos e ferramentas, ou que diminua as interrupções não programadas de manutenção e as consequentes perdas de produtividade.

Podemos resumir em três os contaminantes do ar: água, proveniente da umidade relativa do ar; óleo, proveniente do meio ambiente e dos próprios compressores e partículas sólidas (poeiras).

A Norma Internacional ISO 8573 recomenda o seguinte sistema de preparação do ar:
Um resfriador posterior, logo após o compressor; um filtro; um secador; outro filtro (todos esses equipamentos com purgadores automáticos) e um reservatório pressurizado.

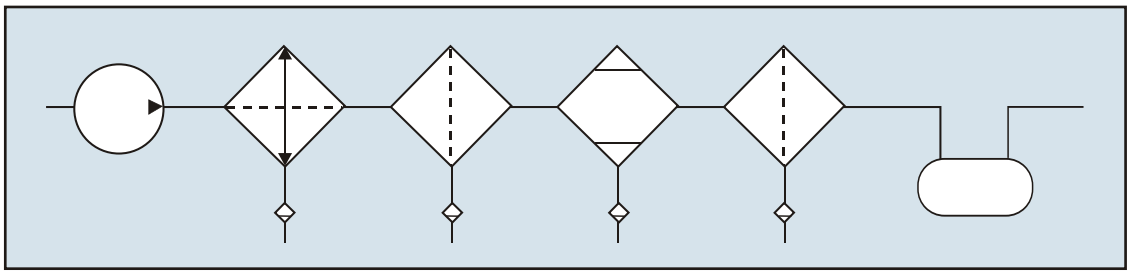
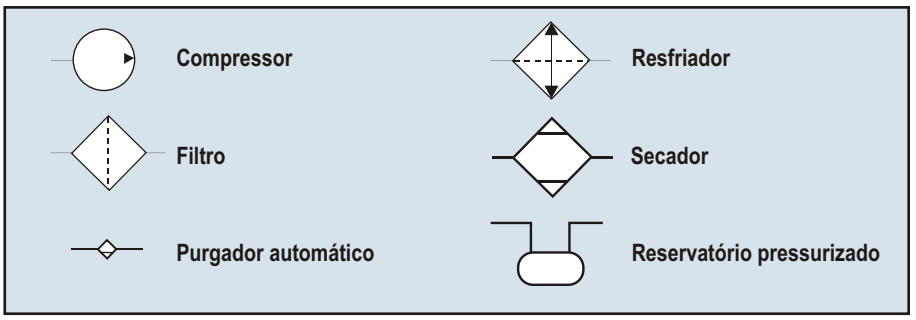


Diagrama com símbolos de acordo a Norma ISO 1219



A mesma Norma estabelece sete classes de qualidade de ar para diferentes utilizações (não válidos para uso medicinal ou de respiração humana), de acordo com os níveis dos três contaminantes mencionados: partículas sólidas, água e óleo.

- Partículas sólidas: dimensão máxima do sólido medido em ìm (mícron).
- Água: considera-se o ponto de orvalho (temperatura de condensação do vapor de água), medido em °C.

- Óleo: concentração residual medido em mg/m³.

O resultado da mistura de todos os contaminantes é uma emulsão ácida e abrasiva que compromete o correto funcionamento de um sistema de ar comprimido em qualquer tipo de aplicação.

TABELA DE CLASSES DE QUALIDADE DE AR

Classes de qualidade	Sólidos Dimensão Máxima em um	Água Ponto de Orvalho °C	Óleo Concentração residual mg/m²
1	0,1	-70	0,01
2	1	-40	0,1
3	5	-20	1
4	15	+3	5
5	40	+7	25
6	X	+10	X
7	X	Não especificado	X

Cada classe de qualidade de ar tem um custo de obtenção, por isso, é importante escolher a qualidade que mais se adapta às necessidades de utilização.

A título de exemplo, uma das qualidades mais usadas é a: 1.4.1
Partículas sólidas: máximo 0,1 ìm
Ponto de orvalho: +3°C
Óleo: concentração residual 0,01 mg/m³

COMPRESSORES

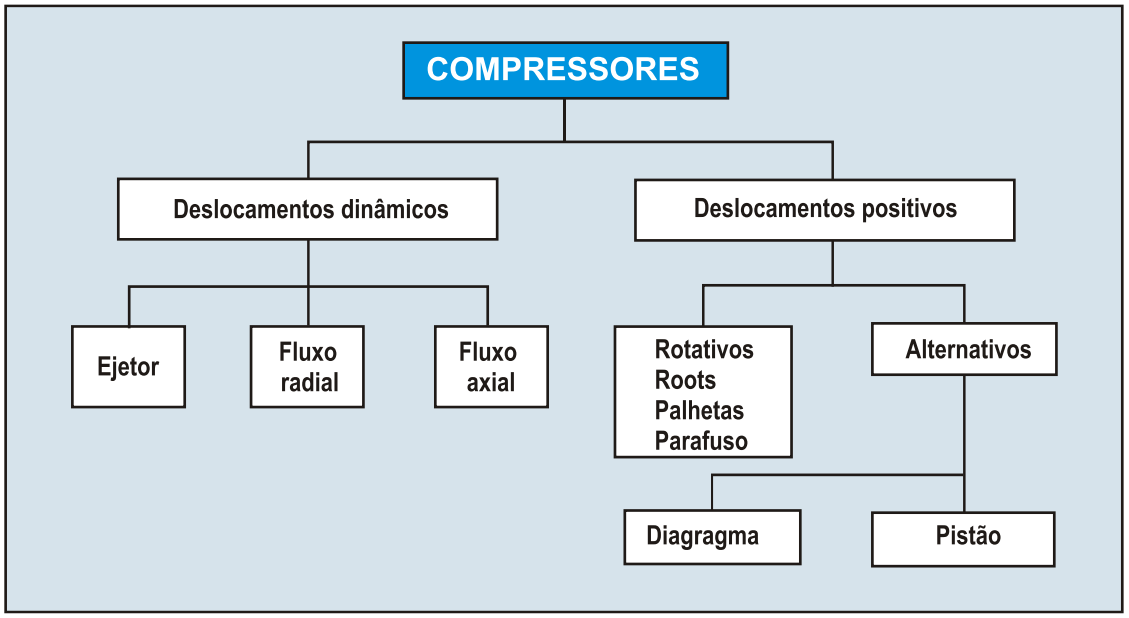
São as máquinas mais importantes do sistema de ar comprimido, e devem ser escolhidos de acordo com as necessidades de aplicação. As características de cada modelo são muito diferentes, razões pelas quais sua aquisição deve ser acompanhada de orientações de especialistas.

Hoje no país existem excelentes marcas de compressores e uma vasta literatura sobre os mesmos.

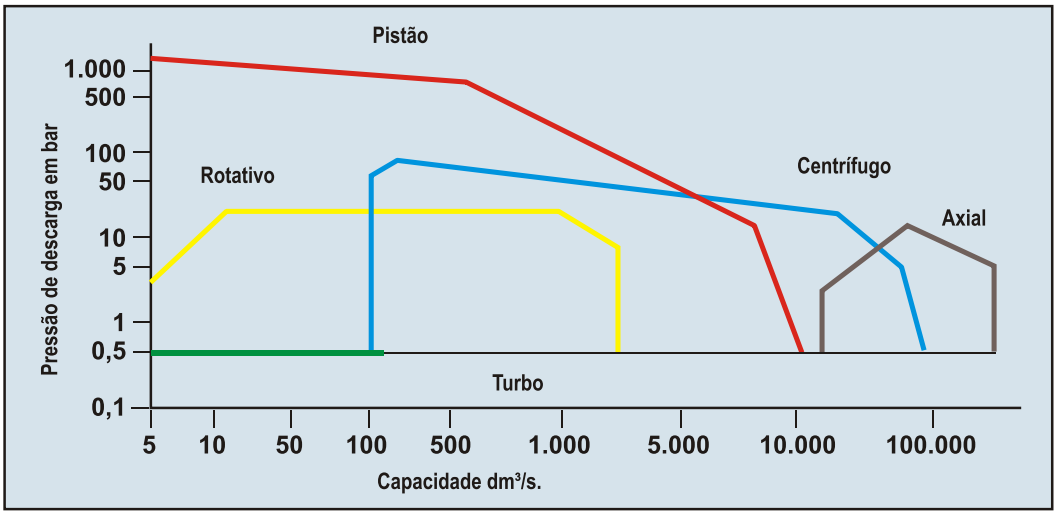
São duas as classificações fundamentais para os princípios de trabalho dos compressores: deslocamento positivo e deslocamento dinâmico.

O deslocamento positivo baseia-se fundamentalmente na redução de volume. O ar é admitido em uma câmara isolada do meio exterior, onde seu volume é gradualmente diminuído, processando-se a compressão. Quando certa pressão é atingida, provoca a abertura de válvulas de descarga durante a contínua diminuição do volume da câmara de compressão.

No deslocamento dinâmico a elevação da pressão é obtida por meio de conversão de energia cinética em energia de pressão, durante a passagem do ar através do compressor. O ar admitido é colocado em contato com o rotor laminado dotado de alta velocidade.
Este ar é acelerado, atingindo velocidades elevadas e em consequência os impulsores transmitem energia cinética ao ar. Posteriormente, seu escoamento é retardado por meio de difusores, obrigando a uma elevação de pressão.



As faixas de pressão e vazão típicas para cada tipo são mostradas no gráfico a seguir. Os valores apresentados são médias de acordo com a variedade de tecnologias dos diferentes fabricantes e a gama de modelos.



PISTÃO
Para pressões mais elevadas (acima de 25 bar) temos as alternativas de compressores a pistão ou centífugos.

CENTRÍFUGO
Temos a limitação para os centrífugos de uma vazão mínima de operação (100 dm³/s).

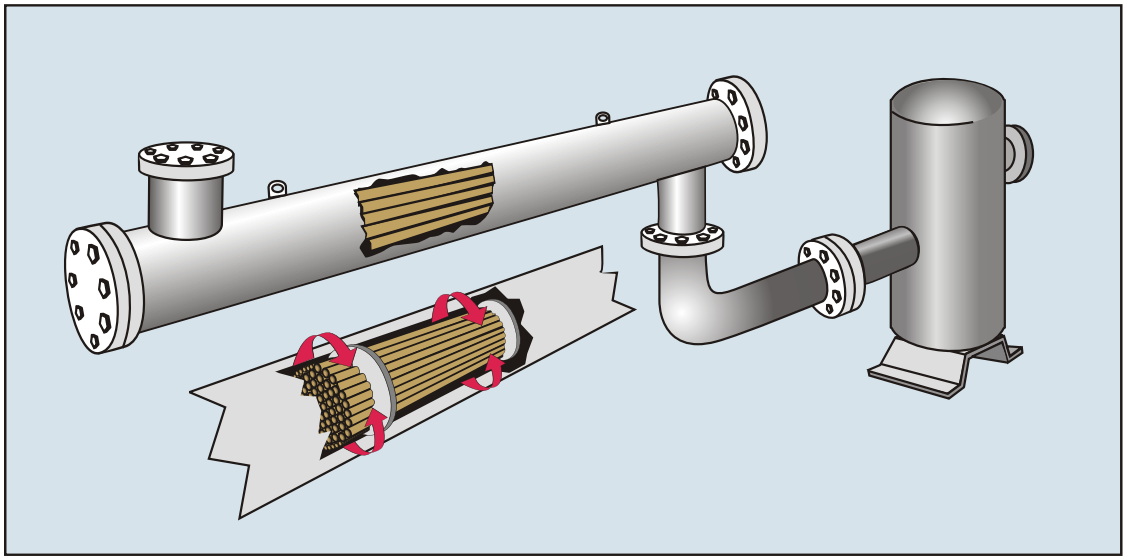
TURBO
Para pressões muito baixas (abaixo de 0,5 bar) os compressores mais utilizados são os turbo compressores.

ROTATIVO
Na maioria das aplicações, na faixa de pressão de 5,0 a 7.0 bar temos os compressores a pistão lubrificados a óleo e os de parafuso isentos de óleo.

AXIAL
Os axiais são aplicados até 7,0 bar e altíssimas vazões (acima de 30.000 dm³/s).

Deverá ser montada uma sala específica para os compressores, onde serão instalados além dos mesmos, os resfriadores posteriores (aftercooler) e secadores. Esta sala deverá ser ventilada com espaço que permita fazer as manutenções necessárias.

RESFRIADOR POSTERIOR OU AFTERCOOLER.



O resfriador posterior ou aftercooler é um equipamento que, como seu nome diz, é um resfriador do ar comprimido imediatamente posterior a sua saída do compressor. Este equipamento de grande eficácia pode retirar de 75 a 90% do vapor de água captado pelo compressor da aspiração de ar ambiente, bem como os vapores de óleo, além de diminuir a temperatura do ar resultante do processo de compressão.

O referido compressor nada mais é que um trocador de calor, tendo sua primeira parte formada por feixes de tubos feitos de material com muita condutividade térmica. É obrigado a passar por estes tubos o ar comprimido proveniente do compressor. Pela parte externa dos tubos, há um fluxo de água de refrigeração, passando em sentido oposto ao ar.
Como o caminho do ar é sinuoso, este ar resfriado condensa o vapor de água como água condensada.

A perda de carga de um aftercooler não deve ser superior a 0,2 bar.
Na segunda parte é feita a separação do condensado, com um dreno.

A finalidade de uma boa instalação em um sistema de ar comprimido é suprir os pontos de consumo, com ar de qualidade (de acordo com as necessidades requeridas), nas condições de limpeza do mesmo, seco e com a menor perda de carga.

A presença de água no fluxo de ar comprimido aumenta o desgaste de ferramentas, dificulta o bom funcionamento de válvulas e componentes como no caso de uso em processos de pintura onde comprometem por demais o resultado do trabalho.

Como já mencionado, o ar atmosférico contém grande quantidade de água em forma de vapor. Esta água é definida como umidade relativa do ar e será maior quando maior for a temperatura do mesmo.

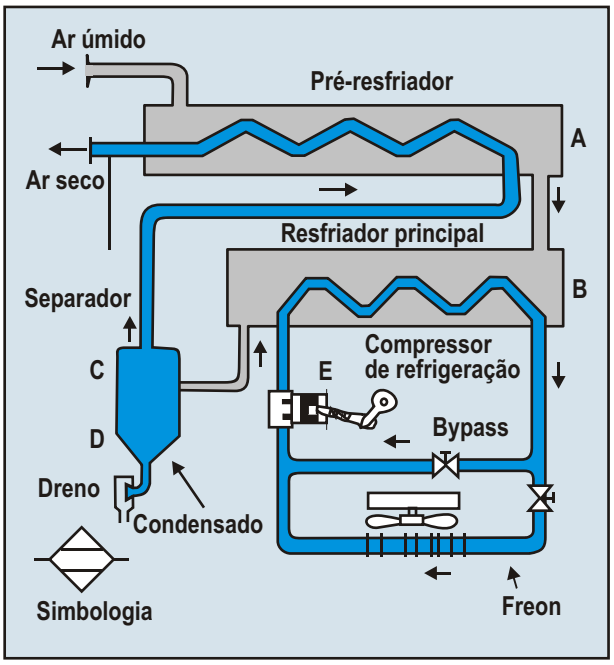
SECADORES

O secador é instalado entre o pré e pós-filtro, como mostrado no esquema da Norma Internacional ISO 8573, e tem por finalidade a eliminação da água.

Ponto de orvalho é a temperatura na qual o vapor começa a condensar.
Um secador deverá fornecer o ar comprimido a ponto de orvalho especificado pelo usuário.

Quando a necessidade do ponto de orvalho girar em torno dos +3°C poderá ser utilizado um secador de ar por refrigeração.
Se a necessidade for mais rigorosa, exemplo, -40°C, o secador utilizado será de adsorção ou absorção.

Os secadores por refrigeração são os mais utilizados por serem bastante simples. No esquema seguinte mostra-se o princípio de funcionamento deste tipo de equipamento.



Secador por refrigeração

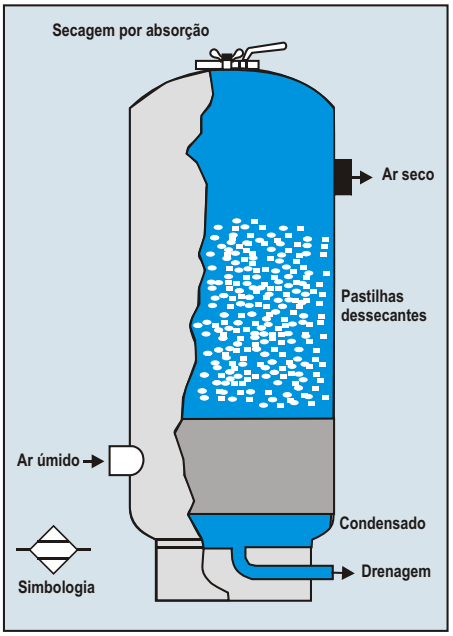
O ar comprimido entra em um trocador de calor ar/ar, onde o ar frio, saliente do secador é aquecido pelo ar entrante, proveniente do compressor. O calor adquirido pelo ar saliente vai evitar o resfriamento por expansão, que poderia causar a formação de gelo, caso fosse lançado a uma baixa temperatura na rede de distribuição, devido à alta velocidade.

O ar entrante, pré-resfriado vai para um resfriador principal, onde um circuito de refrigeração reduz sua temperatura para próximo dos 3°C; neste processo a água contida no ar comprimido condensa-se e é eliminada em um separador através de um dreno. Fecha-se o ciclo com a saída do ar seco e frio através do pré-resfriador.

Os secadores à solução ou sorção são equipamentos que utilizam matérias que absorvem a umidade, chamados de higroscópicos ou dessecantes e podem ser de dois tipos: de adsorção ou de absorção.

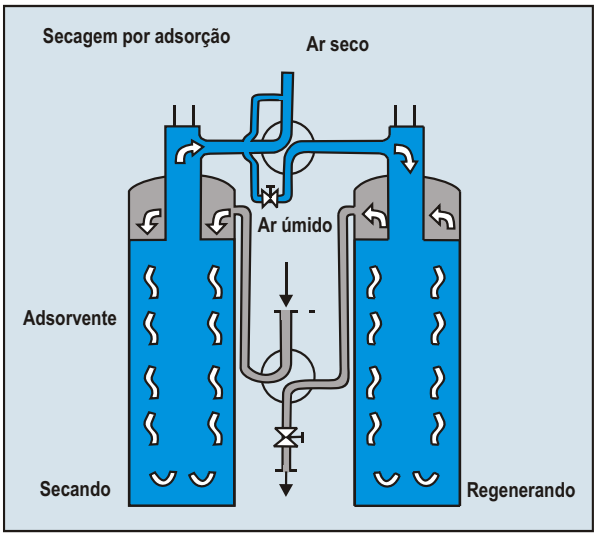
Secador por absorção

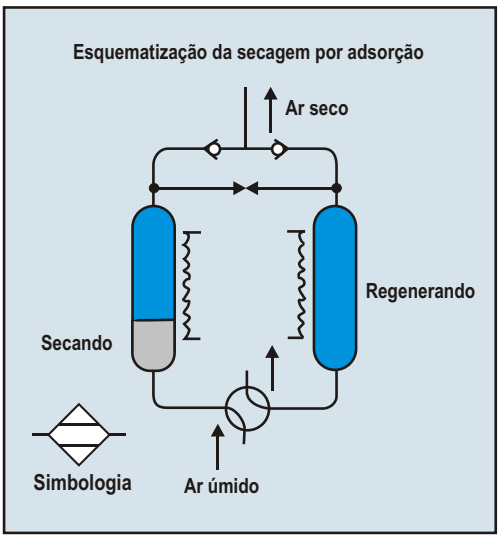
Secadores de absorção são os que utilizam pastilhas dessecantes que absorvem a umidade e se transformam em dessecantes dissolvidos em água. Estes dessecantes não são regenerados.



Secador por adsorção

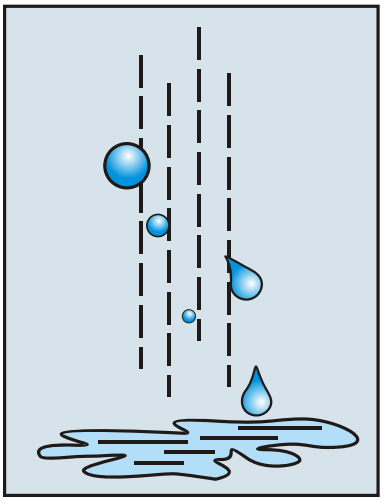
Secadores por adsorção são os que utilizam dessecantes que podem ser regenerados com passagem de vapor, ar seco, vácuo ou resistência elétrica.
Os dessecantes podem ser: sílica-gel (forma granulada amorfa de silicato de sódio e ácido sulfúrico), alumia ativada (forma porosa de óxido de alumínio) entre outros. Estes equipamentos possuem duas colunas para reversão, quando uma está sendo utilizada a outra está se regenerando.





FILTROS

Assim como a eliminação da água e do óleo, a eliminação de impurezas é importante na preparação do ar comprimido.
Recomendamos o uso de um filtro na entrada do ar aspirado pelo compressor, além da instalação de um pré-filtro e um pós-filtro antes e depois do secador.

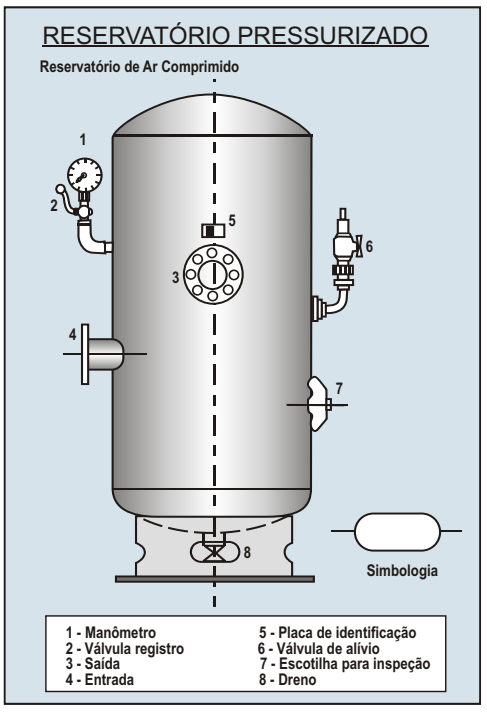


Filtração por coalescência: a coalescência é a aglutinação de pequenas gotículas de condensado (aerossóis), em gotas maiores, até que atinjam uma dimensão e uma massa que, por ação da gravidade, sejam precipitadas para o fundo do filtro e possam ser eliminadas.
Aerossol é qualquer partícula pequena suspensa, geralmente menor de 10 micra, sendo líquida ou sólida.
O processo da coalescência é composto por três etapas:
- Interceptação direta (sólidos);
- Impacto inercial (sólidos e líquidos);
- Difusão (sólidos e líquidos).

RESERVATÓRIO PRESSURIZADO

O reservatório pressurizado é de grande importância para um sistema de ar comprimido.
Entre as suas principais funções, podemos destacar:

- Armazenar o ar comprimido.
- Resfriar o ar, mais uma etapa onde pode ser eliminado o condensado.
- Compensar as flutuações de pressão em todo o sistema de distribuição.
- Estabilizar o fluxo de ar.
- Controlar as partidas dos compressores.



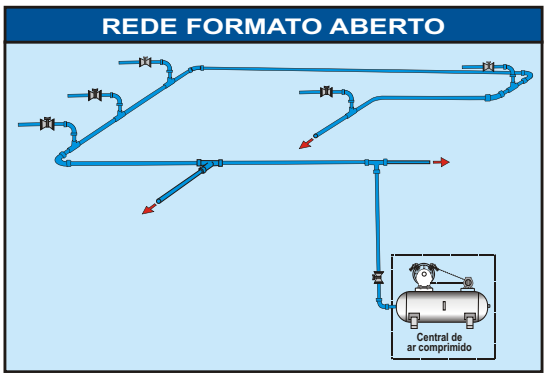
Por tratar-se de vasos de pressão, os cuidados observados na norma NR 13, do Ministério do Trabalho e as normas de construção PNB 109 da ABNT, devem ser seguidos a risca.
O reservatório deve ser instalado de modo que todos os drenos, conexões e aberturas de inspeção sejam facilmente acessíveis.
Devem também possuir, além de manômetro, uma válvula de segurança, e precisam ser submetidos a testes de pressão hidrostática antes de sua instalação.
O volume do reservatório precisa estar de acordo com o tipo de compressor do sistema. Para compressores de pistão, considera-se 20% da vazão do total do sistema, medido em m^3/min.
Para compressores rotativos este valor é de 10%.

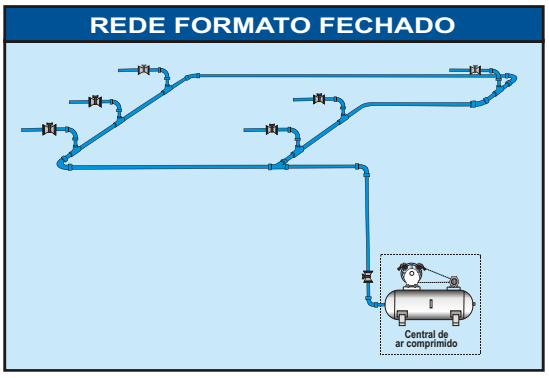
REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE AR COMPRIMIDO

Até agora vimos rapidamente à geração e preparação do ar comprimido, até chegar à rede de distribuição.
A rede de distribuição tem por finalidade fornecer aos pontos de consumo, ar comprimido em quantidade e qualidade correta à pressão adequada, ao menor custo possível.
A rede de distribuição, como toda parte do sistema é de vital importância e a TOPFUSION dedica-se à fabricação de tubos e conexões para uma instalação eficiente e econômica.
O sistema **TOPAIR** para redes de ar comprimido é o mais completo com conexões exclusivas, como curvas em todos os diâmetros que diminuem em 80% as perdas de carga comparadas com joelhos.
Não existe norma para as instalações de redes de ar comprimido, a NR 13 do Ministério do Trabalho, trata dos vasos de pressão; O Anexo III esclarece onde deve e onde não deve ser aplicada esta Norma.
Artigo 2 - Esta NR não se aplica aos seguintes equipamentos: dutos e tubulações para condução de fluido.

Formato da rede

As redes de ar comprimido são instaladas basicamente em dois formatos, em circuito fechado, formando um anel, ou em formato aberto.
As duas formas de instalação têm suas vantagens e seus inconvenientes.
A instalação em anel fechado mantém mais estável a pressão em toda a rede, quando o consumo aumenta em determinado ponto.
Havendo a necessidade de alimentar um ponto mais isolado, é melhor instalar uma linha única, ou seja, em formato aberto.





As redes terão uma inclinação da ordem de 0,5 a 2% no sentido do fluxo, para facilitar o escoamento de água condensada que por ventura tenha ficado na linha.

No ponto mais baixo, devera ser colocado um dreno manual ou eletrônico para purgar este condensado. Em redes abertas com comprimento de tubulações muito extensas, recomenda-se colocar purgadores a cada 20 ou 30 metros.

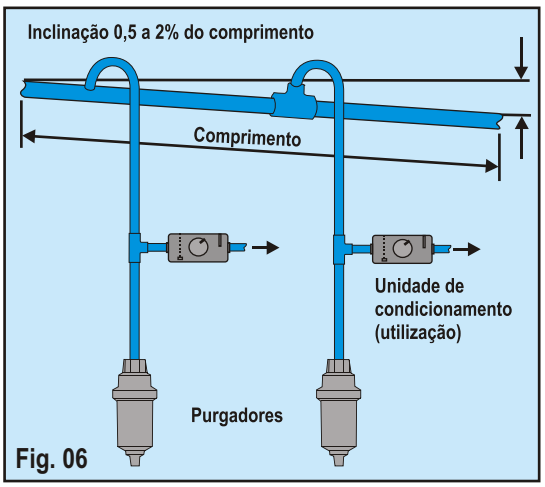
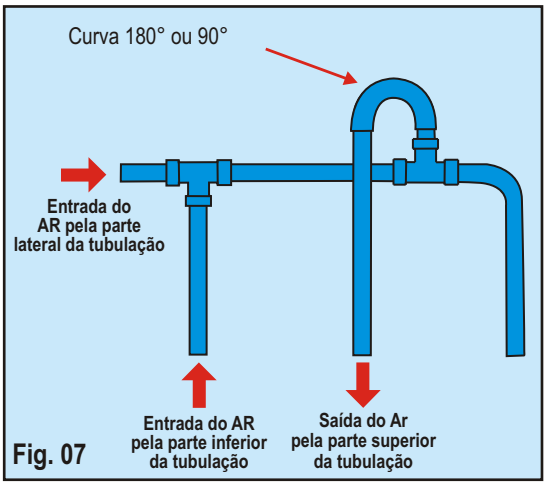


Fig. 06


Curva 180° ou 90°
Entrada do AR pela parte lateral da tubulação
Entrada do AR pela parte inferior da tubulação
Saída do Ar pela parte superior da tubulação
Fig. 07

A alimentação do ar para a rede pode ser feito pela parte lateral ou inferior da linha. A saída do condensado, também deve ser feita pela parte inferior da tubulação.
A alimentação dos pontos de consumo deverá ser feita sempre pela parte superior da rede, para evitar que o fluxo do ar arraste água do condensado que, por ventura, exista na rede.

Para instalações de pequeno porte, onde não exista um tratamento de maior qualidade (sem secadores), a TOPFUSION desenvolveu um separador de umidade (patente pendente), construído totalmente em material polimérico de longa vida, que por não ter elementos metálicos, não enferruja.

Fig. 08

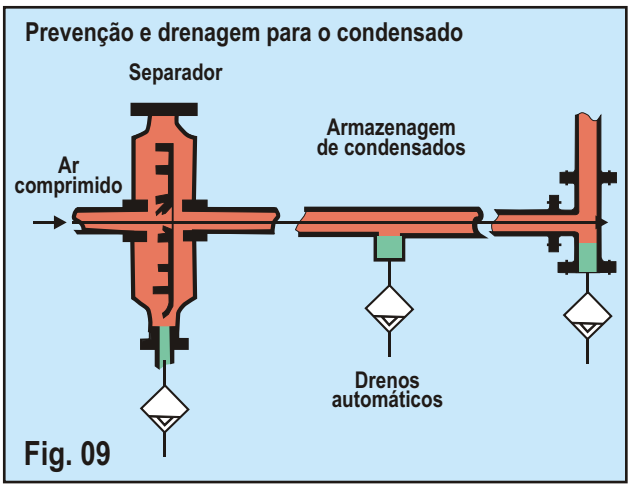
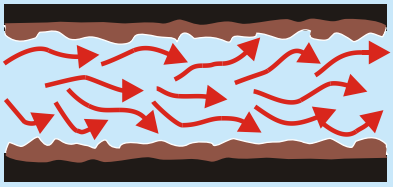


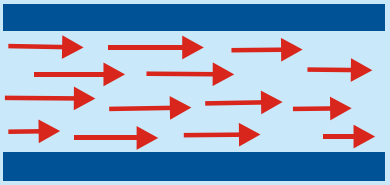
Fig. 09

Como já mencionado, a perda de carga é a perda de energia, o que encarece o custo do ar comprimido.
Sempre teremos perda de carga, seja pelo atrito do ar contra as paredes das tubulações e pelo comprimento da mesma, seja nas mudanças de direção, nas singularidades (curvas, tes, joelhos, uniões, válvulas). Por estas razões, devemos minimizá-las.
A queda de pressão (perda de carga) aceitável, não deve ultrapassar de 0,1 bares desde a instalação do compressor até o ponto de consumo mais distante do mesmo.
A perda de carga é a perda de energia com o consequente aumento de custo, e sempre existirá, mas podemos minimizá-la, levando em conta algumas recomendações:
O sistema **TOPAIR** com paredes internas muito lisas, ajudam a diminuir as perdas de carga por atrito.



Tubo metálico parede áspera causa perda de carga

Fig. 10



Tubo TOPFUSIÓN parede lisa menas perda de carga

Fig. 11

O diâmetro da tubulação por exemplo, aumentado-se 10% do valor calculado, irá diminuir em 32% a perda de carga.

Nas singularidades (conexões) utilizadas para as mudanças de direção, se colocarmos uma curva no lugar de um joelho, teremos uma perda de carga cinco vezes menor.

O sistema **TOPAIR** para ar comprimido têm resolvido os principais problemas existentes em redes convencionais.

Os vazamentos nas redes de ar comprimido são a maior causa de desperdício da energia limpa, porém de alto custo.

O custo de um sistema de ar comprimido é afetado diretamente pelo consumo de energia elétrica e representa, ao longo de um período de 10 anos, em 76% do custo global.

A norma permite até 5% da capacidade instalada como valor máximo do vazamento. Porém este valor vai aumentando com o passar do tempo e pode chegar a 30%, o que representa uma conta de energia elétrica muito alta.

As perdas por vazamento não são notadas no dia-a-dia, somente no silêncio de parada de máquinas é que se manifestam.

Para quantificar este problema, daremos um exemplo:

Um furo de 3mm de diâmetro em uma tubulação de ar comprimido que trabalha a 6 bar de pressão, provoca uma perda de energia que equivale a 40 lâmpadas de 100 W acessas de forma contínua. Certamente alguém se espantaria se num dia ensolarado encontrasse essa quantidade de lâmpadas acessas; porém as perdas por vazamentos podem ser muito maiores e não são observadas.

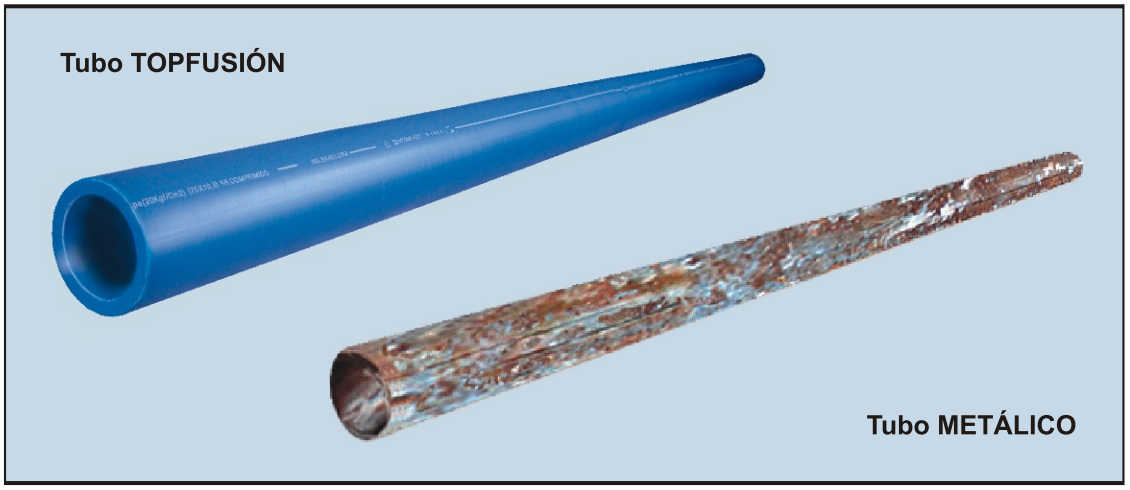
O volume dos vazamentos está relacionado com a pressão de alimentação e, aumenta cada vez mais, na medida em que for necessário aumento da pressão para compensá-lo.

É comum, que com a queda de pressão, devido a vazamentos, a primeira medida a adotar-se seja um ajuste na descarga do compressor para uma pressão mais alta. O aumento de 1 bar na pressão de descarga, representa de 6 a 10% no aumento de potência do motor do compressor, considerando a pressão de 6 a 7 bar. Com isto, aumentamos os vazamentos, as despesas com energia e os custos.

Outro diferencial do sistema TOPAIR com as tubulações metálicas, é a total ausência de ferrugem que mais cedo ou mais tarde forma-se no seu interior, em especial na região das roscas de união entre tubos. Formada pela umidade que sempre vem no fluxo de ar, mesmo que tratado, esta ferrugem origina dois graves problemas nas redes de ar comprimido.

A primeira é que a ferrugem arrastada pelo fluxo de ar irá se depositar em válvulas e outros equipamentos, originando paradas não programadas de manutenção e a consequente perda de produtividade.

A ferrugem também aumenta a rugosidade interna dos tubos, aumentado assim sua perda de carga.



Originalmente a rugosidade interna das tubulações TOPFUSION é de duas a três vezes menores que a metálica.

A resistência a agentes químicos evita que sejam atacados pelos óleos provenientes dos compressores.

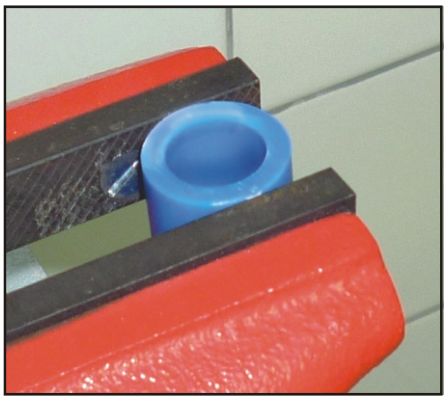
O peso das tubulações TOPFUSION é 30% do equivalente metálico, diminuindo a necessidade de suportes mais resistentes.

A cor azul, de acordo com a norma ABNT 6493, além de economizar na operação e manutenção de pintura, proporciona uma boa estética às instalações de ar comprimido.

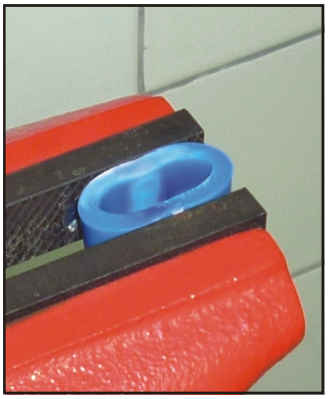
A ductibilidade do sistema TOPAIR são outro ponto forte, a seguir é mostrada uma sequência de fotografias de um teste desta propriedade.

TESTE DE PROVA DE DUCTIBILIDADE

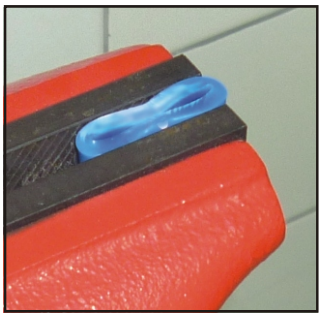
01- Corpo de prova;



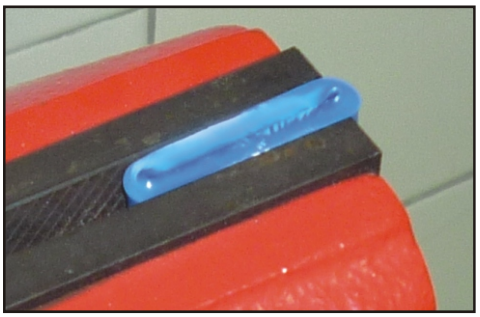
02- Início do teste;



03- Corpo de prova sofrendo pressão;

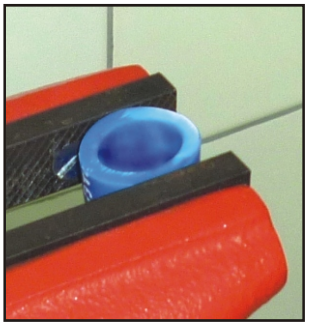


04- Aplicando mais pressão;

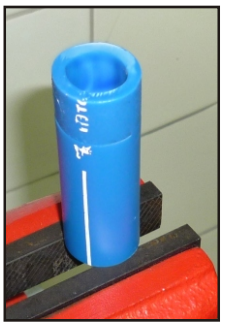


05- Corpo de prova com pressão máxima, sem apresentar nenhuma ruptura ou fissuras (trincas);

06- Corpo de prova depois do teste;



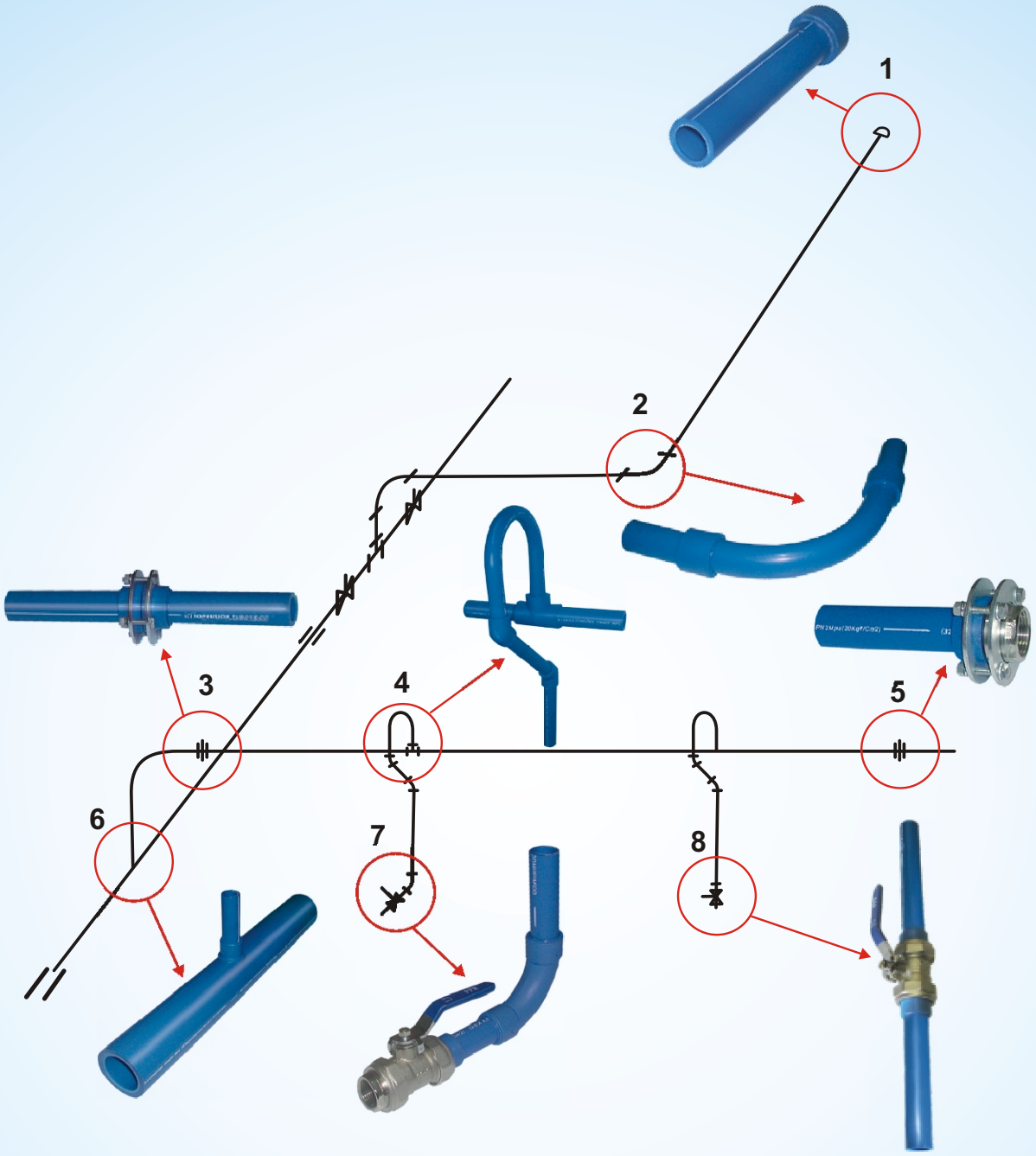
07- Tentando levar o corpo de prova ao seu estado original;



08- Estado do corpo de prova no final do teste de Ductibilidade.

TABELA DE VAZAMENTO X PERDA DE POTÊNCIA						
Ø do furo em mm	Área em mm²	m³/min a 6 bar	Pcm	HP	Kw	w
1	0,7854	0,0630	2,224824	0,556206	0,414763	425
2	3,1416	0,2520	8,899297	2,224824	1,659051	1.659
3	7,0686	0,5670	20,02352	5,005854	3,732866	3.733
5	19,635	1,5750	55,62061	13,90515	10,36907	10.369
8	50,2656	4,0320	142,3887	35,59719	26,54482	26.545
9	63,6174	5,1030	180,2108	45,05269	33,50579	33,596
10	78,54	6,3000	222,4824	55,62061	41,47629	41.476
12	113,0976	9,0720	320,3747	80,09367	59,72585	59.726

INSTALAÇÃO DE REDE



Legenda:

1 - Cap

2- Curva longa

3 - União c/flange

4 - Curva 180°

5 - União mista c/flange

6 - Derivação de ramal

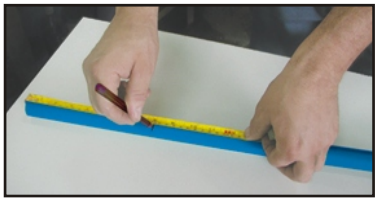
7- Registro esfera/curva

8 - Registro esfera

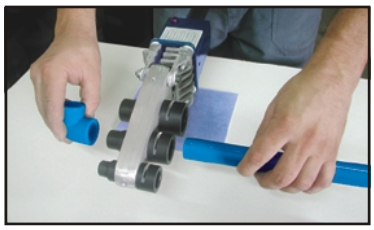
COMO FAZER UMA TERMOFUSÃO

Os tubos e conexões TOPFUSION se unem através de termofusão a 260°C, transformando a rede em uma peça única, o que garante a eliminação de vazamentos. Esta operação muito simples de fazer é mostrada, passo a passo,asseguir.

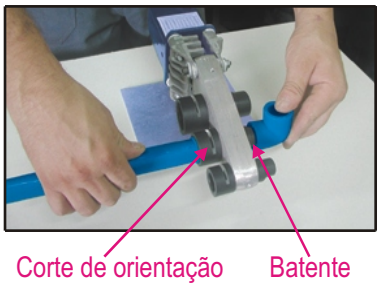
01 Cortar com tesoura apropriada para obter um corte perpendicular ao eixo do tubo;



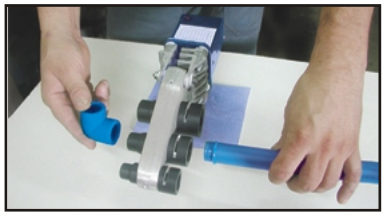
02 Marcar no extremo do tubo os centímetros que serão introduzidos na bolsa térmica ou observar a marcação do encosto no fundo da bolsa;



03 Após a termofusora atingir a temperatura de trabalho (led desligado), introduzir ao mesmo tempo, nos terminais térmicos, o tubo e a conexão;

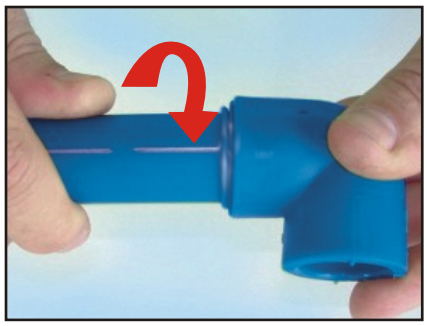


04 A conexão deve chegar ao batente e ao tubo na marca (furo de orientação),ou na marcação do encosto. Aguardaro tempo de aquecimento de acordo com a bitola, conforme tabela tempo de aquecimento;

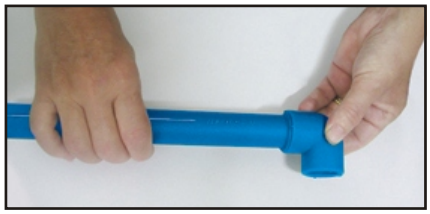


05 Concluído o tempo de aquecimento, retirar o tubo e a conexão dos terminais térmicos macho e fêmea.

06 Introduzir o tubo imediatamente naconexão de forma contínua até o batente. Importante: Para as derivações, devem ser observados os pontos de direcionamentos marcados na conexão e no tubo para o correto alinhamento da montagem dos ramais ou derivações.



07 Por 3 segundos ainda é possível Ajustar o posicionamento da conexão, com um giro máximo de mais ou menos 15º.



08 Observar que para uma boa termofusão, deverão se formar dois anéis ao término da união.
Deixar esfriar de acordo com a tabela de tempo, sem forçar as partes unidas.

09 Deixar sempre a termofusora no seu suporte para evitar possibilidade de acidentes quando não estiver sendo utilizada.

TABELA DE TEMPO E PROFUNDIDADE DE INSERÇÃO

Diâmetro do tubo e da conexão	Tempo em segundos		Cura em minutos	Profundidade de inserção em mm
	Aquecimento*	Acoplamento (montagem)		
20	5	4	2	12,2
25	7	4	2	13
32	8	6	4	14,5
40	12	6	4	16
50	18	6	4	18
63	24	8	6	24
75	30	8	8	26
90	40	8	8	29
110	50	10	8	32,5

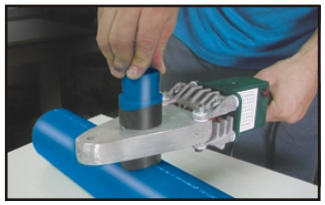
Dimensões em milímetros (mm) – Tempo em segundos (s).
*Aumentar 50% o tempo de aquecimento quando a temperatura ambiente < 10 ºC.

COMO INSTALAR UMA DERIVAÇÃO

01 Faça a furação do tubo da linha principal (50 e 90 mm) com uma serra de diâmetro 32mm (1” 1/4);

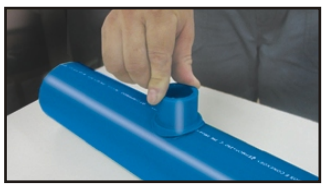
02 Para facilitar esta operação, sugerimos deixar a tarja branca dos tubos para cima na montagem da rede;

03 Com os bocais apropriados para a operação, colocar a termofusora sobre perfuração do tubo por um tempo de 15 segundos;

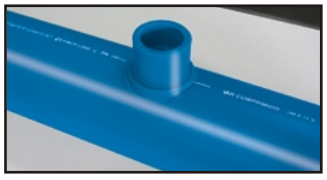


04 Após o aquecimento do tubo, inserir a derivação no outro bocal e aquecer por 20 segundos, sem retirar a termofusora do tubo.
Tempo de aquecimento total: tubo = 35 segundos derivação = 20 segundos;

05 Retirar a termofusora e aplicar a derivação no tubo;



06 Pressione firme a derivação, verificando sua perpendicularidade com o tubo. É importante que a derivação seja pressionada ao tubo por aproximadamente 1 minuto;



07 A derivação está pronta para receber o tubo de saída.

08 Deixar sempre a termofusora no seu suporte para evitar possibilidade de acidentes quando não estiver sendo utilizada.

Obs.: Derivações de rede somente nas bitolas acima de 50 mm

A TOPFUSION tem a preocupação de facilitar o trabalho do instalador, sem diminuir a qualidade total da obra.

Em uma rede, a linha principal (linha tronco) e de 50 mm ou maior, as saídas para os pontos de consumo podem ser feitas com uma *derivação de rede*, como já mostrado. Esta conexão também pode ser utilizada para realizar uma nova saída para um ponto de consumo não previsto, sem necessidade de desmontar a rede.

Quando a linha principal é realizada com tubulações de 40 mm ou menor, as saídas para os pontos de consumo deverão ser feitas com conexões *"T"* e *buchas de redução*.

Os *registros de esfera*, com saídas para termofusão, eliminam a utilização de adaptadores e são de extrema facilidade em casos de manutenção.

Também os *registros de esfera mistos*, onde uma saída é para termofusão e a outra um flange metálico rosqueado, tornam-se muito úteis para a instalação de equipamentos ou o acoplamento com tubulações metálicas.

Assim como registros, as *uniões* e *uniões mistas* facilitam as instalações.
Este sistema apresenta apenas dois inconvenientes, que são facilmente superáveis e, que comparados com as grandes vantagens mostradas, tornam os mesmos pequenos.

PROTEÇÃO CONTRA RADIAÇÃO SOLAR

O sistema TOPAIR não devem ser exposto diretamente à luz solar, porque as radiações ultravioletas (UV) quebram as cadeias moleculares, encurtando a vida útil do produto. Se em uma instalação interna as tubulações podem durar mais de 50 anos, este tempo pode reduzir a 6 ou 8 anos se expostos diretamente ao sol.
Qualquer barreira entre os tubos e o sol é suficiente para eliminar o problema: fitas de alumínio, calhas podem ser utilizadas.

Para resolver este problema, a TOPFUSIÓN disponibiliza uma fita protetora que deverá ser usada em situações onde a instalação ficará exposta a luz solar. Esta fita deverá ser enrolada sobre os tubos e conexões, ficando estes totalmente cobertos.

RENDIMENTO DO ROLO DE 50 M DE FITA DE PROTEÇÃO EM FUNÇÃO DO DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO A SER PROTEGIDA.									
BITOLA TUBO (mm)	20	25	32	40	50	63	75	90	110
N° DE TUBO PROTEGIDO (pç)	13	10	8,5	6,5	5,0	4,3	3,5	3,0	2,5

COMO REALIZAR UMA APLICAÇÃO DE SUPORTE

O segundo inconveniente, está na característica intrínseca do PPR, a sua flexibilidade (maior que os tubos galvanizados) exigem uma fixação de distâncias menores que as tubulações metálicas.

Na tabela apresentam-se essas distâncias em centímetros, com duas variáveis: diâmetro do tubo e temperatura ambiente, onde as tubulações serão instaladas.

O sistema possui abraçadeiras fixas e deslizantes, presilhas que se termofusionam aos tubos para usar cabos de aço e seu alinhamento.

DISTÂNCIA ENTRE SUPORTE E PRESILHA EM CENTÍMETROS PARA DIFERENTE TEMPERATURAS E DIÂMETROS

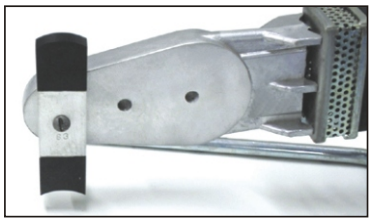
Ø do tubo	20	25	32	40	50	63	75	90	110
20°C	50	55	70	70	80	90	120	120	140
30°C	50	55	65	65	80	90	110	110	130
40°C	45	50	60	60	75	85	105	105	120
50°C	45	50	60	60	75	85	100	100	120
60°C	45	50	55	60	70	80	90	95	110
70°C	40	45	50	55	65	75	85	90	110
80°C	40	40	50	50	60	70	80	80	100

ABRAÇADEIRA FIXA

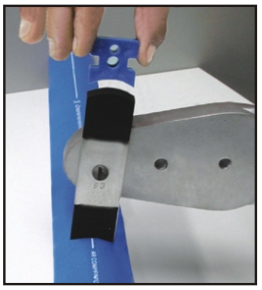
ABRAÇADEIRA DESLIZANTE

Quando ocorrer de os vãos serem grandes e não existir a possibilidade de uma fixação de tipo braçadeira, a TOPFUSION desenvolveu uma presilha que termofusionada ao tubo permite a utilização de dois cabos de aço: um que alinha a tubulação em sentido longitudinal e outro que em forma de pendurais que o alinha no sentido horizontal.
Esta presilha dispõe ainda de duas entradas laterais, para serem guiadas em eletro-calha de 38 x 38 mm (1 1/2" x 1 1/2").
A distância entre as presilhas deve seguir a indicação da tabela acima.
As presilhas estão disponíveis para tubos de 50 mm ou maiores.

COMO REALIZAR UMA APLICAÇÃO DE PRESILHA

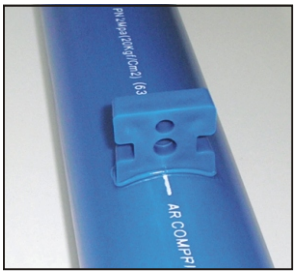


01- A presilha é termofusionada no tubo, formando com este, um conjunto solidário. Para esta operação utiliza-se um "dispositivo de presilha" montado na termofusora.



02- Quando a termofusora chegar à temperatura de operação (260°C), coloca-se a parte côncava do dispositivo de presilha sobre o tubo, e sobre a parte convexa coloca-se presilha.

03- Depois de transcorridos aproximadamente 10 segundos Retira-se a termofusora e pressiona-se a presilha contra o tubo.



04- A presilha tem no centro (debaixo dos furos), uma marca de orientação que deverá coincidir com a tarja branca do tubo. Isto deixará as presilhas alinhadas.

Os dispositivos de presilhas, assim como as presilhas são feito de acordo com cada diâmetro de tubo, e são disponíveis para tubos de 50, 63, 75 e 90 mm.

INSTALAÇÕES AÉREAS

Para as instalações aéreas, em especial as tubulações para redes de ar comprimido, são aproveitados os leitos das instalações elétricas (eletro calhas), para a montagem das redes, ou são colocados suportes junto às paredes.
Quando as redes são instaladas em grandes vãos, sem ter como auxiliar-se de outras instalações, temos que recorrer a soluções alternativas.
As vantagens incontestáveis do sistema TOPAIR nas redes de ar comprimido, comparadas com as tubulações metálicas, não devem ser menosprezadas pelo fato de sua flexibilidade exigir elementos assessórios de instalação.
A TOPFUSIÓN tem desenvolvido várias soluções para eliminar esses problemas.

Presilha (Fig. 01)**.** Esta peça, injetada em PPR, é termofusionada sobre o tubo (Fig. 02) à distâncias de acordo com a tabela de espaçamentos localizada na página 73.
Os raios de curvaturas das presilhas (Fig. 03) correspondem aos diferentes diâmetros dos tubos.
O furo central superior permite ancorar, pendurar à estrutura do galpão para nivelamento da rede.
O furo central inferior permite a passagem de um cabo de aço para alinhamento. (Fig. 04).

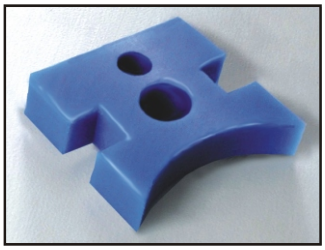


Fig. 01

Fig. 02

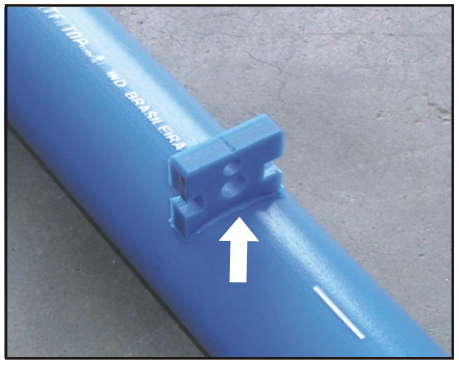


Fig. 03

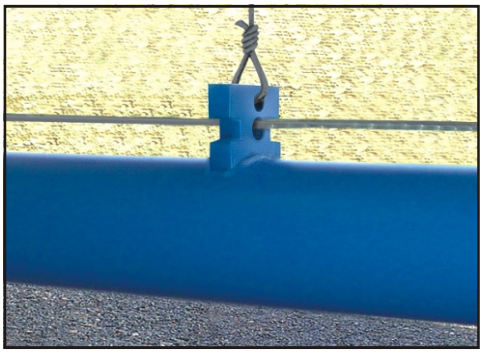


Fig. 04

As entradas laterais são encaixes para uso em eletrocalhas de 38 mm.
As eletrocalhas podem estar penduradas por cabos de aço, barras rosqueadas ou outros tipos de sustentação (Fig. 05).

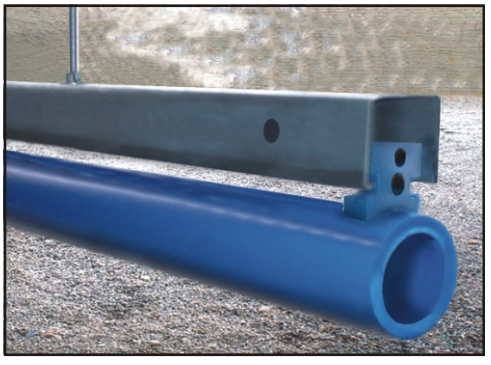


Fig. 05

As tubulações podem ficar por baixo ou por cima da eletrocalha dependendo das necessidades da instalação (Figuras 06 e 07).

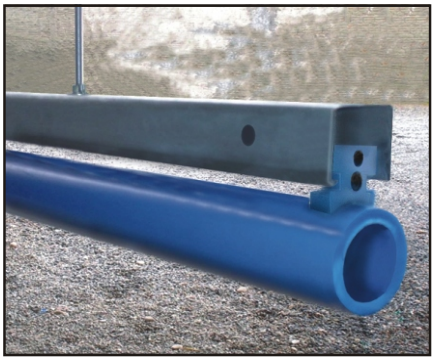


Fig. 06

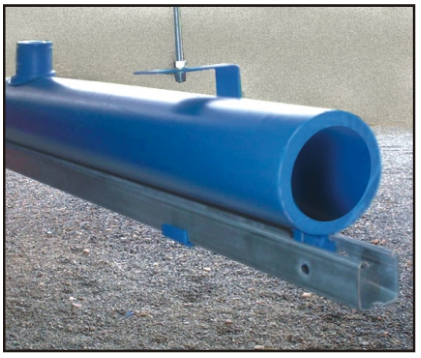


Fig. 07

Os suportes para a eletrocalha (Fig. 08 e 09) podem ser colocados a distâncias bem maiores.

Fig. 08

Fig. 09

Suportes múltiplos. São usados quando várias tubulações do mesmo ou de diferentes diâmetros são instalados juntos, ou quando instalados em suporte feito de um perfil cantoneira, ao qual se fixam abraçadeiras já fabricadas pela TOPFUSION (Figuras 10, 11 e 12).

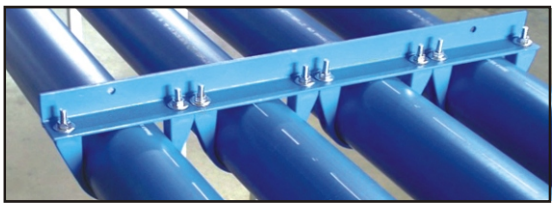


Fig. 10

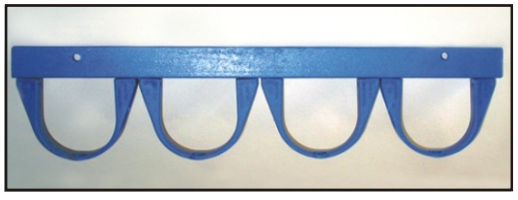


Fig. 11

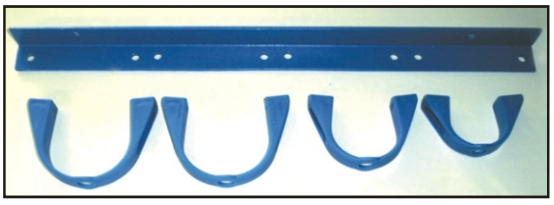


Fig. 12

As cantoneiras são penduradas por cabos de aço (Fig. 13).
As distâncias entre os suportes devem obedecer à tabela técnica (ver página 73).

Fig. 13

Concluindo este Manual Técnico, incluímos uma série de tabelas de orientação para determinar o diâmetro da rede principal, levando em conta três variáveis:
- Pressão de trabalho em bar.
- Comprimento em metros da rede principal.
- Capacidade instalada em pe3/m (cfm) ou m³/h.

COMPARATIVO DE TUBULAÇÕES TOPFUSIÓN COM O CORRESPONDENTE TUBO GALVANIZADO		
20 mm - ½” 40 mm - 1¼” 75 mm - 2½”	25 mm - ¾” 50 mm - 1½” 90 mm - 3”	32 mm - 1” 63 mm - 2” 110 mm - 4”

TABELA P/DETERMINAR DIÂMETRO EXTERNO DA TUBULAÇÃO AR COMPRIMIDO - TOPFUSIÓN

VAZÃO		DISTÂNCIA ENTRE O COMPRESSOR E O PONTO MAIS DISTANTE DA REDE									
		25 m	50 m	100 m	150 m	200 m	300 m	400 m	500 m	750 m	1.000 m
M³/h	Pcm	82 ft	164 ft	328 ft	492 ft	656 ft	984 ft	1.312 ft	1.640 ft	2.460 ft	3.280 ft
14	8	20	20	25	25	25	32	32	32	32	40
39	23	20	25	25	32	32	32	40	40	40	50
54	32	25	25	32	32	40	40	50	50	50	50
72	42	25	32	40	40	40	50	50	50	50	63
105	62	32	40	40	50	50	50	63	63	63	63
120	71	32	40	40	50	50	63	63	63	63	75
150	88	40	40	50	50	63	63	63	75	75	75
180	106	40	50	50	63	63	63	75	75	75	90
210	124	40	50	50	63	63	75	75	75	90	90
270	159	50	50	63	63	75	75	75	90	90	90
360	212	50	63	63	75	75	75	90	90	110	110
420	247	50	63	75	75	75	90	90	110	110	110
510	300	63	63	75	90	90	90	110	110	110	110
720	424	63	75	90	90	90	110	110	110	110	160
900	530	75	75	90	90	110	110	110	110	160	160
1.080	636	75	90	90	110	110	110	110	160	160	160
1.260	742	75	90	110	110	110	110	160	160	160	160
1.560	918	90	110	110	110	110	160	160	160	160	160
1.860	1.095	90	110	110	110	110	160	160	160	160	160
1.980	1.165	90	110	110	110	160	160	160	160	160	160

Ø Ext. Tubo (TOPFUSIÓN)	Ø Int. Tubo (Cálculo)
20	14,4
25	18,0
32	23,0
40	28,8
50	36,2
63	45,6
75	54,2
90	65,0
110	79,8
160	116,2

Obs.: Alguns cálculos podem indicar qual o diâmetro da tubulação em função da pressão, vazão e comprimento da rede. Normalmente esse cálculo resulta no diâmentro interno da tubulação, por tanto para comparar com a tabela TOPFUSIÓN, devemos usar a tabela ao lado para fazer a conversão (ø externo x ø interno).

TOPAIR

PRODUTOS AR COMPRIMIDO

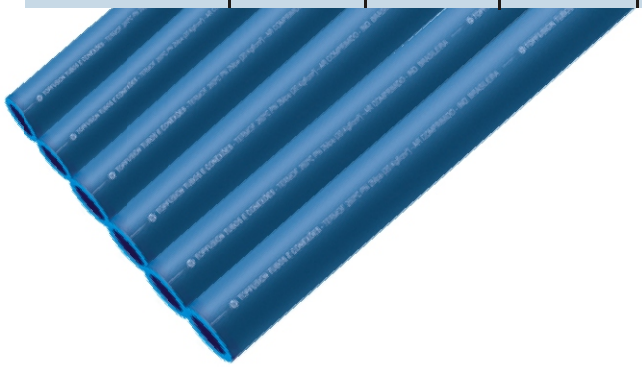
TOPFUSIÓN

TUBOS E CONEXÕES

Topfusión, uma conexão forte com você.

LINHA DE PRODUTOS TOPAIR

TUBOS



	Código	Diâmetro mm	Espesura mm	PN kgf/cm²	Comp. m
AR COMPRIMIDO	TU202003A	20	3,4	20	3
	TU252003A	25	4,2	20	3
	TU322003A	32	5,4	20	3
	TU402003A	40	6,7	20	3
	TU502003A	50	8,4	20	3
	TU632003A	63	10,5	20	3
	TU752003A	75	12,5	20	3
	TU902003A	90	15,8	20	3
	TU1102003A	110	18,4	20	3

LUVA

Código	Diâmetro mm
LU200A	20
LU250A	25
LU320A	32
LU400A	40
LU500A	50
LU630A	63
LU750A	75
LU900A	90
LU1100A	110

CURVA 90° CURTA

Código	Diâmetro mm
CR200A	20
CR250A	25
CR320A	32

CURVA 180°

Código	Diâmetro mm
CU200A	20
CU250A	25
CU320A	32

LINHA DE PRODUTOS TOPAIR

CURVA 90°

Código	Diâmetro mm
CR400A	40
CR500A	50
CR630A	63
CR750A	75
CR900A	90
CR1100A	110

CURVA SOBREPASSO

Código	Diâmetro mm
CS200A	20
CS250A	25
CS320A	32

JOELHO 90°

Código	Diâmetro mm
JO200A	20
JO250A	25
JO320A	32
JO400A	40
JO500A	50
JO630A	63
JO750A	75
JO900A	90
JO1100A	110

JOELHO 45°

Código	Diâmetro mm
JO205A	20
JO255A	25
JO325A	32
JO405A	40
JO505A	50
JO635A	63
JO755A	75
JO905A	90
JO1105A	110

TE Y

Código	Diâmetro mm
TY250A	25

CAP

Código	Diâmetro mm
CP200A	20
CP250A	25
CP320A	32
CP400A	40
CP500A	50
CP630A	63
CP750A	75
CP900A	90
CP1100A	110

TE

Código	Diâmetro mm
TE200A	20
TE250A	25
TE350A	32
TE400A	40
TE500A	50
TE630A	63
TE750A	75
TE900A	90
TE1100A	110

TE REDUÇÃO

Código	Diâmetro mm
TR25200A	25 x 20
TR32250A	32 x 25
TR40250A	40 x 25
TR40320A	40 x 32
TR50400A	50 x 40
TR63500A	63 x 50

TE MISTO

Código	Diâmetro mm
TF20120A	20 x ½
TF25120A	25 x ½
TF25340A	25 x ¾
TF32010A	32 x 1

ADAPTADOR S/PORCA

Código	Diâmetro mm
AD20120A	20 x ½
AD25120A	25 x ½
AD25340A	25 x ¾
AD32010A	32 x 1
AD40114A	40 x 1.¼
AD50112A	50 x 1.½
AD63020A	63 x 2
AD75212A	75 x 2.½
AD90030A	90 x 3
AD11004A	110 x 4

JOELHO 90° MACHO

Código	Diâmetro mm
JO20120A	20 x ½
JO25340A	25 x ¾

JOELHO MISTO 90°

Código	Diâmetro mm
JM20120A	20 x ½
JM25120A	25 x ½
JM25340A	25 x ¾
JM32010A	32 x 1

JOELHO REDUÇÃO 90°

Código	Diâmetro mm
JR25200A	25 x 20

TE MACHO

Código	Diâmetro mm
TM20120A	20 x ½
TM25340A	25 x ¾

BUCHA DE REDUÇÃO

Código	Diâmetro mm
BU2520A	25 x 20
BU3220A	32 x 20
BU3225A	32 x 25
BU4025A	40 x 25
BU4032A	40 x 32
BU5032A	50 x 32
BU5040A	50 x 40
BU6340A	63 x 40
BU6350A	63 x 50
BU7563A	75 x 63
BU9075A	90 x 75
BU11090A	110 x 90

LINHA DE PRODUTOS TOPAIR

LUVA MISTA

Código	Diâmetro mm
LM20120A	20 x ½
LM25120A	25 x ½
LM25340A	25 x ¾
LM32010A	32 x 1
LM40114A	40 x 1.¼
LM50112A	50 x 1.½
LM63020A	63 x 2
LM75212A	75 x 2.½
LM90030A	90 x 3
LM11004A	110 x 4

UNIÃO C/FLANGE

Código	Diâmetro mm
UNF200A	20
UNF250A	25
UNF320A	32
UNF400A	40
UNF500A	50
UNF630A	63
UNF750A	75
UNF900A	90
UNF1100A	110

UNIÃO MISTA C/FLANGE

Código	Diâmetro mm
UMF20120A	20 x ½
UMF25340A	25 x ¾
UMF32010A	32 x 1
UMF40114A	40 x 1.¼
UMF50112A	50 x 1.½
UMF63020A	63 x 2
UMF75212A	75 x 2.½
UMF90030A	90 x 3
UMF11004A	110 x 4

REGISTRO ESFERA

Código	Diâmetro mm
RES200A	20
RES250A	25
RES320A	32
RES400A	40
RES500A	50
RES630A	63
RES750A	75
RES900A	90
RES1100A	110

LINHA DE PRODUTOS TOPAIR

REGISTRO ESFERA MISTO

Código	Diâmetro mm
REM20120A	20 x ½
REM25340A	25 x ¾
REM32010A	31 x 1
REM40114A	40 x 1.¼
REM50112A	50 x 1.½
REM63020A	63 x 2
REM75212A	75 x 2.½
REM90030A	90 x 3
REM11004A	110 x 4

SUPORTE FIXO

Código	Diâmetro mm
SF20A	20
SF25A	25
SF32A	32
SF40A	40
SF50A	50
SF63A	63
SF75A	75
SF90A	90
SF110A	110

SUPORTE DESLIZANTE

Código	Diâmetro mm
SD20A	20
SD25A	25
SD32A	32

DERIVAÇÃO DE RAMAL

Código	Diâmetro mm
DR5032A	50 x 32
DR6332A	63 x 32
DR7532A	75 x 32
DR9032A	90 x 32
DR11032A	110 x 32

PRESILHA

Código	Diâmetro mm
PRE50A	50
PRE63A	63
PRE75A	75
PRE90A	90

* Patente PI 017110000367

SEPARADOR DE UMIDADE

Código	Diâmetro mm
SU320A	32x32x½

* Patente PI 017000001696

ADAPTADOR P/REG. ESFERA

Código	Diâmetro mm
ADR200A	20
ADR250A	25
ADR320A	32
ADR400A	40
ADR500A	50
ADR630A	63
ADR750A	75
ADR900A	90
ADR1100A	110

BASTÃO REPARO

Código	Diâmetro mm
REP08A	8

TOPFUSIÓN

TUBOS E CONEXÕES

Topfusión, uma conexão forte com você.